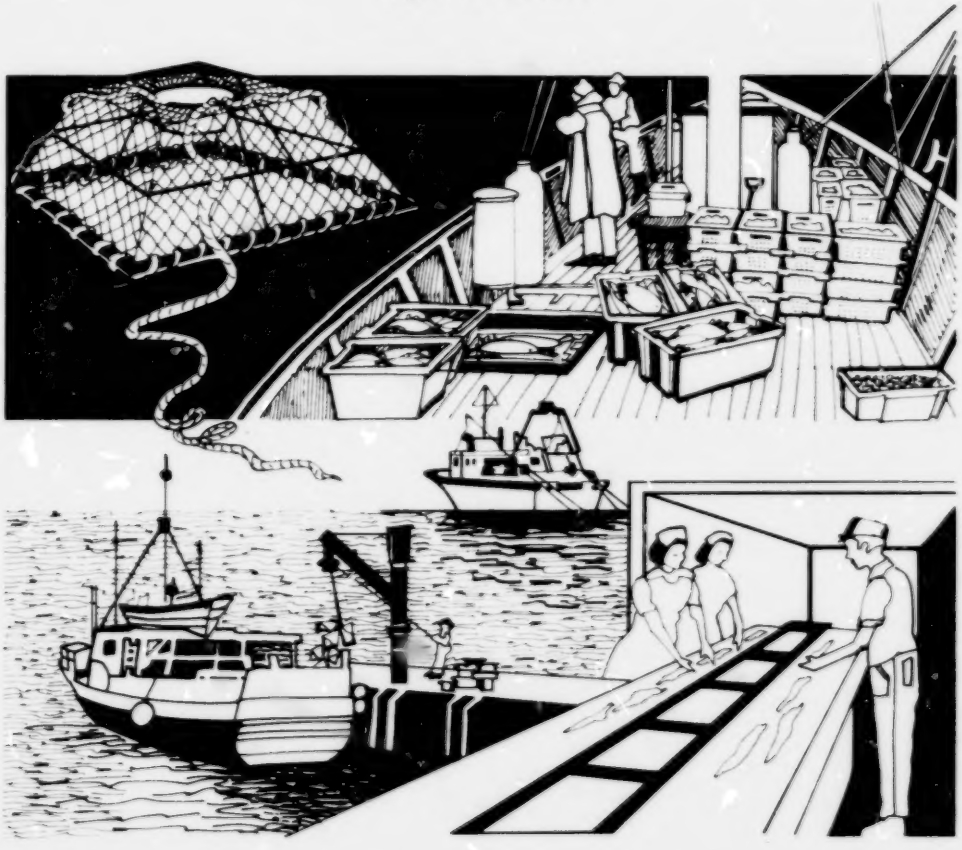
Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

RAPPORT DE PROJET

Direction des opérations
Région du Québec



Canada

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS
Région du Québec
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures

RAPPORT 8

ÉTUDE COMPARATIVE, EN TERMES DE QUALITÉ, DE QUATRE MÉTHODES D'ENTREPOSAGE DU POISSON DE FOND DANS LA CALE DES NAVIRES DE PÊCHE HAUTURIÈRE

Ce rapport a été produit par une firme de consultants et financé en tout ou en partie par la Direction des services économiques et du développement, région du Québec. Les vues et conclusions exprimées dans ce document sont celles du contractant et ne représentent pas nécessairement celles du Ministère.

RESPONSABLE DU PROJET: Jean Lapointe TÉL.: (418) 648-3893

CONTRACTANT (adresse): BIO-CONSEIL INC. (Laurier Hovington)
2065, boul. Charest Ouest
Local 119
Ste-Foy (Québec)
G1N 2G6
Tél.: 681-6931

Ce rapport ne peut être cité sans l'approbation du directeur de la Direction.

1 9 8 3

(c) Ministre des Approvisionnements et Services Canada - 1986
Numéro de catalogue FS 67-2/1-8 F
ISBN 0-662-93961-1

Publié par:

Ministère des Pêches et des Océans
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures
Gare maritime Champlain
901, Cap-Diamant
C.P. 15500
Québec (Québec)
G1K 7Y7

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE..... iv
RÉSUMÉ..... vi
INTRODUCTION..... 1

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Contexte et contrainte de l'étude..... 3
2. Caractéristiques techniques du bateau..... 6
   2.1 Aménagement de la cale..... 6
      2.1.1 Disposition intérieure..... 6
      2.1.2 Matériaux..... 7
      2.1.3 Isolation..... 8
   2.2 Système de réfrigération..... 8
3. Échantillonnage et entreposage..... 11
   3.1 Entreposage en bacs..... 12
   3.2 Entreposage en vrac..... 12
   3.3 Prise de données supplémentaires..... 13
4. Évaluation de la qualité du poisson..... 15
   4.1 Évaluation organoleptique..... 15
   4.2 Inspection..... 15
   4.3 Indice de qualité du poisson..... 17

RÉSULTATS

1. Indice de qualité..... 18
2. Effets des différentes conditions d'entreposage sur la qualité du poisson..... 19
3. Effet de la réfrigération de la cale sur la consommation de glace..... 26
   3.1 Analyse des principaux facteurs responsables de la consommation de la glace..... 26
   3.2 Économie de glace..... 32

TABLE DES MATIERES (suite)

Page

DISCUSSION ET CONCLUSION..... 37
BIBLIOGRAPHIE..... 43
REMERCIEMENTS..... 46

ANNEXE 1: Plans des divisions et de l'isolation de la cale d'un chalutier de pêche hauturière de 19,8 m (65 pi). Source: la Direction générale des pêches maritimes, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec..... 47

ANNEXE 2: Indice de qualité combiné et de chacun des observateurs pour les échantillons de chaque voyage..... 51

ANNEXE 3: Localisation des sites d'entreposage dans la cale pour chacun des lots et température du poisson au dernier jour d'entreposage..... 57

ANNEXE 4: Données générales caractérisant les opérations à bord lors des quatre voyages en mer..... 58

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE

Page

Tableau 1: Durée du séjour en mer pour chacun des modes d'entreposage... 5

Tableau 2: Fiche technique du système de réfrigération marine "Dolphin" qu'utilisé à bord du bateau..... 10

Tableau 3: Évaluation organoleptique de l'état de fraîcheur de la morue..... 16

Tableau 4: Valeur des indices de qualité combinés en fonction des méthodes de refroidissement et de stockage en cale, et du temps de stockage..... 21

Tableau 5: Résumé de l'analyse de variance en fonction de la méthode de refroidissement, du temps de stockage et de la méthode de stockage: (**: P< 0,01; ***: P<0,001)..... 22

Tableau 6: Résumé de l'analyse de variance des effets principaux simple pour l'interaction entre la méthode de refroidissement et la méthode de stockage: (*: P < 0,05; *: P < 0,01; ***: P < 0,001)..... 23

Tableau 7: Test LSD pour le temps de stockage en cale. Les jours encerclés en commun ne sont pas significativement différents (P = 0,05)..... 24

Tableau 8: Consommation de glace, température du poisson en cale, température de la cale et quantité totale de poisson entreposée à chaque jour d'entreposage pour chacun des voyages..... 29

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE (suite)

Page

Tableau 9: Coût d'opération du système de réfrigération en fonction de la durée d'utilisation et du coût de carburant au cours des premier et troisième voyage. Le prix du carburant est celui à mi-saison de 1982 (0,27$/L)..... 36

Figure 1: Courbe de régression entre les indices de qualité attribués par chaque observateur à chacun des lots échantillonnés au cours des voyages 1, 2 et 4..... 20

RÉSUMÉ

Hovington Laurier, 1983.

Étude comparative, en terme de qualité, de quatre méthodes d'entreposage du poisson de fond dans la cale des navires de pêche hauturiers. 59 p. 1983.

Quatre croisières effectuées dans le golfe du Saint-Laurent à la fin du mois d'août ont conduit à l'évaluation comparative de l'impact sur la conservation de la morue (Gadus morhua) et sur la consommation de glace des quatre modes d'entreposage suivants: vrac et glace avec et sans réfrigération, bacs et glace avec et sans réfrigération. L'étude a été réalisée sur un chalutier de 20 m (65 pieds) possédant une cale isolée et équipée d'un système de refroidissement de type évaporateur à air forçé. A partir d'une évaluation organoleptique des échantillons (6 caractères) réalisée au débarquement par deux observateurs, un indice de qualité du poisson a été calculée à l'aide du coefficient de similarité de Gower. Les résultats démontrent que, pour l'entreposage en bacs, la qualité du poisson se conserve mieux dans une cale réfrigérée que dans une cale isolée non-réfrigérée où l'altération de la morue devient significative après deux jours d'entreposage. Les conditions expérimentales ne permettent pas de vérifier si les bacs favorisent un meilleur maintien de la qualité du poisson que le vrac. Toutefois, l'utilisation de bacs comporterait une consommation accrue de glace (2,4 fois plus que l'entreposage en vrac). L'entreposage en bac nécessiterait l'embarquement d'une quantité minimale de glace dans une proportion de 1:2 (glace:poisson) en cale isolée non-réfrigérée et de 1:5 en cale réfrigérée. Dans ce cas, il en résulterait avec la réfrigération une économie possible de 6 362 kg de glace par voyage, soit près de 120,00$ par voyage en 1982 après avoir enlevé les coûts d'opération du système de réfrigération (3,75 $/jour). Dans le cas de l'entreposage en vrac, il semble que la faible consommation de glace en cette période de l'année ne puisse justifier l'utilisation d'un système de réfrigération à bord.

INTRODUCTION

Avec des prises de 62 897 tonnes de poisson de fond pêché en 1981, le Québec représente à ce chapitre de l'industrie halieutique la principale province productrice du Canada après Terre-Neuve et la Nouvelle-Ecosse. Toutefois, le poisson québécois, comme celui des autres provinces maritimes, semble être considéré par les acheteurs comme un produit de qualité inférieure à celui des autres pays producteurs (Norvège, Islande).

Pour remédier à cette situation, le Canada poursuit depuis plusieurs années des recherches afin d'améliorer la qualité des produits marins débarqués dans l'est du pays: refroidissement du poisson (Castell, 1949; MacCallum et al., 1949), éviscération, utilisation d'antibiotiques, entreposage du poisson en cale dans des caisses ou en étagères (Castell et al., 1956-1957), isolation et réfrigération des cales (MacCullum, 1960). Ces dernières études ont porté sur des chalutiers pratiquant la pêche hauturière sur la côte atlantique canadienne. Cependant, la diversité des méthodes de pêche, des habitudes de manutention à bord des navires et du climat ont forçé les gouvernements du Canada et du Québec à étudier de façon plus spécifique l'amélioration de la qualité du poisson provenant des bateaux de la flotte hauturière québécoise opérant dans le golfe du Saint-Laurent. C'est dans cette optique que le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a proposé dernièrement l'utilisation au Québec de bacs pour l'entreposage du poisson de fond à bord des navires (Canada, 1981). Le ministère des Pêches et des Océans (MPO) a confié à Bio-Conseil inc. le mandat de réaliser une étude comparative et qualitative de

quatre méthodes d'entreposage du poisson de fond dans la cale des navires de pêche hauturière québécois. Les objectifs de l'étude sont les suivants:

- évaluer de façon comparative la qualité du poisson débarqué après un entreposage en mer dans les conditions suivantes de mise en cale:
  - vrac et glace, avec et sans réfrigération;
  - bacs et glace, avec et sans réfrigération.

- déterminer les coûts d'opération d'un système de réfrigération et son incidence économique sur la consommation de glace.

Le mandat de l'étude porte donc sur l'impact de l'utilisation d'un système de réfrigération à bord d'un navire de pêche sans toutefois faire intervenir les coûts reliés à l'achat, à l'installation et à l'entretien de l'équipement frigorifique.

Ce rapport présente en premier lieu, le contexte et les contraintes de l'étude, les caractéristiques techniques concernant l'aménagement de la cale, son isolation et sa réfrigération et ainsi que les méthodes d'échantillonnage et d'évaluation de la qualité de la morue entreposée à bord du chalutier. En second lieu, suite à l'expérimentation des quatre modes d'entreposage dans les conditions spécifiques de l'étude, une conclusion s'impose: face à l'emploi d'un système de réfrigération sur un chalutier québécois au début de l'automne, la qualité du poisson débarqué et l'économie sur la glace consommée ne justifient des dépenses générales pour l'achat, l'installation, l'utilisation

et l'entretien d'un équipement de réfrigération à bord que lorsque le poisson est entreposé en bacs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Contexte et contrainte de l'étude

L'étude a porté sur la morue (Gadus morhua) qui représente depuis plusieurs années, des points de vue économique et quantitatif, l'espèce de poisson de fond la plus importante débarquée au Québec. Toute la morue faisant l'objet de la présente expérience a été capturée dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent sur les fonds de pêche situés entre la pointe ouest de l'Ile d'Anticosti et la baie de Sept-Iles à une profondeur d'environ 150 m (80 brasses).

L'expérimentation des quatres modes d'entreposage a été réalisée au cours de quatre croisières en mer effectuées entre le 13 août et le 3 septembre 1982 (Tabl. 1). Le protocole expérimental ne devait guère nuire aux opérations de pêche à bord et s'intégrer aux conditions de manutention prévalant sur le pont et dans la cale. Il n'a pas eu d'incidence sur certains facteurs pouvant affecter les résultats de l'étude dont les suivants:

- Le nombre de jours en mer qui, n'ayant pas excédé le nombre de quatre par voyage, était fixé en fonction des besoins en approvisionnement de l'usine de Cloridorme en Gaspésie;

- la quantité de glace embarquée au départ qui a atteint 10,9 tonnes à la première croisière comparativement à 5,5 tonnes pour les trois autres. Le choix de la quantité de glace était fait par le capitaine qui habituellement déterminait ses besoins selon que le système de réfrigération devait fonctionner ou non et d'après la durée prévue du séjour en mer;

- la durée de fonctionnement du système de réfrigération pendant les voyages 1 et 3 était entièrement sous le contrôle du capitaine. Il n'y avait pas de thermostat dans la cale;

- le choix du compartiment où étaient entreposés les échantillons dépendait du capitaine et des sites disponibles dans la cale et non de la proximité des ouvertures extérieures ou du système de réfrigération;

- le débarquement des échantillons devait également s'intégrer aux opérations de débarquement de l'ensemble des prises.

Tableau 1: Durée du séjour en mer pour chacun des modes d'entreposage.

No. du Voyage	Date de départ et d'arrivée	Mode d'entreposage	Nombre de jours en mer
1	Du 14-08-82 Au 17-08-82	Bacs et glace Cale réfrigérée	4
2	Du 21-08-82 Au 24-08-82	Bacs et glace Cale non-réfrigérée	4
3	Du 26-08-82 Au 29-08-82	Vrac et glace Cale réfrigérée	4
4	Du 31-08-82 Au 02-09-82	Vrac et glace Cale non-réfrigérée	3

Les échantillons demeuraient la propriété des pêcheurs de sorte que l'inspection a été limitée à l'observation des caractères extérieurs du poisson de manière à n'affecter aucunement son état après le débarquement. Il est à noter que les spécimens examinés ont subi le même traitement que les autres morues capturées lors des opérations sur le pont (élimination des branchies, éviscération et lavage).

2. Caractéristiques techniques du bateau

Le bateau utilisé lors de l'étude est un chalutier en bois de 19,8 m (65 pi) propriété d'un pêcheur de Cloridorme en Gaspésie. Il a été mis en service pour sa première saison de pêche en avril 1982.

2.1 Aménagement de la cale

Le navire possède une cale isolée et réfrigérée. Les détails techniques qu'elle comporte sont présentés à l'Annexe 1.

2.1.1 Disposition intérieure

La capacité de charge utile du bateau est de 39 725 kg (87 500 livres) et le volume de la cale est de 58,0 m^3 (2 000 pi^3). Des divisions amovibles permettent de séparer la cale en 15 compartiments de volume approximativement égal (4,3 m^3) pour les deux séries de cinq unités situées de chaque côté de l'allée centrale et d'environ 2,75 m^3 pour les cinq compartiments résultant de la division de l'allée centrale. Ces compartiments sont conçus pour entreposer

le poisson en vrac avec de la glace. Dans chacun, une étagère peut être installée à une hauteur de 90 cm.

Au plafond, quatre écoutilles circulaires d'environ 30 cm de diamètre permettent l'entrée du poisson dans la cale. Une autre plus grande (1,13 m x 1,54 m) et rectangulaire est normalement ouverte en mer pour le passage des hommes seulement, sauf lors du remplissage des compartiments du centre.

Le drainage de l'eau de fusion de la glace jusqu'au puisard situé à l'arrière de la cale est assuré par trois dalots longitudinaux, un au centre et deux le long des parois de la coque.

2.1.2 Matériaux

Toutes les parois et cloisons à l'intérieur de la cale sont en contre-plaqué recouvert d'une couche de fibre de vérre elle-même enduite de deux couches de peinture spécialement résistante à l'humidité. Toutes les divisions horizontales et verticales sont constituées de planches amovibles en aluminium gauffré. Ce dernier matériau est composé d'un alliage spécialement traité pour résister à la corrosion par l'eau de mer. Le plancher est recouvert de panneaux anti-dérapants également en aluminium. Toutes les surfaces de la cale sont lisses et étanches ce qui facilite le lavage et la désinfection et réduit par le fait même les sources de contamination bactérienne.

2.1.3 Isolation

La cale du navire est isolée thermiquement afin de réduire le réchauffement par l'eau de mer environnante, par l'irradiation solaire et par la chaleur provenant de la salle des machines et du poste d'équipage. L'isolant employé est du polystyrène en panneaux dont l'épaisseur est de 5 cm sur les parois de la coque, les cloisons des deux extrémités et au plafond. Une couche d'air de 1,9 cm au niveau des faux-membres de la coque et une autre de 2,5 cm à 3,8 cm au plafond et dans les cloisons augmentent l'effet d'isolation des parois. Sauf aux deux extrémités de la cale et au niveau du plancher, cet aménagement assure une circulation d'air froid qui permet le refroidissement uniforme de la cale et des compartiments d'entreposage.

2.2 Système de réfrigération

Le navire est équipé d'un système de réfrigération du type "évaporateur à air forcé" (Tabl. 2). Le gaz réfrigérant est compressé dans le condenseur et, de là, amené dans les serpentins de l'évaporateur situé dans la cale. A ce niveau, un ventilateur pousse l'air à travers les serpentins où il se trouve ainsi refroidi. La capacité potentielle du système permettrait de maintenir la température de la cale à 29°C. (Référence: Dolphin Fish boat refrigeration system).

Les composantes du système sont installées dans la salle des machines, sauf en ce qui concerne l'évaporateur. Cette dernière unité est montée sur la cloison avant de la cale, près du plafond et vis-à-vis l'allée centrale (voir

Annexe 1-b). L'air froid circule dans le haut et le centre de la cale et celui des doubles parois de la coque et du plafond ne peut se faire que par des ouvertures situées dans le bas, le long de la coque. En conséquence, lorsque les compartiments sont remplis, il devient impossible de connaître l'efficacité de la répartition de l'air froid, ni l'uniformité de la température dans la cale et le refroidissement des parois. Toutefois, des ouvertures dans le mât, utilisé ici comme cheminée, facilitent la circulation de l'air entre la double paroi du plafond et l'extérieur.

La fonction du système de réfrigération est d'isoler la cale de tout apport extérieur de chaleur. En effet, la circulation d'air froid sur toutes les surfaces (parois, plancher et plafond) crée un réseau d'isothermie qui neutralise les entrées de chaleur dans la cale. Cet air froid réfrigère en même temps la masse glace/poisson jusqu'à la température choisie de conservation. Cependant, même avec un système de réfrigération par air, la glace demeure le principal agent de refroidissement et sa fusion est essentielle à la conservation du poisson. En effet, l'eau de fusion entraîne une partie des bactéries qui se développent à la surface du poisson et maintien la peau dans l'état d'humidité qui empêche sa dessiccation et lui donne meilleur aspect (Soudan 1965).

Tableau 2: Fiche technique du système de réfrigération marine "Dolphin" tel qu'utilisé à bord du bateau.

Composantes du système	Données techniques	Remarques
Condensateur et compresseur Carier 05D	36,6 po3 de volume de déplacement	
Moteur diésel Perkins 4/108	24,3 HP à 1900 rpm et à 120°F au niveau de la mer	Refroidi à l'eau de mer, il entraîne le compresseur et la génératrice électrique
Génératrice électrique	180 V/3HP/90Hz	Elle procure l'énergie électrique au moteur de l'évaporateur
Évaporateur à air forcé		L'ensemble ventilateur, moteur électrique et serpentins est installé dans la cale

3. Échantillonnage et entreposage

Au cours de chacun des quatre voyages de pêche, un échantillon de morue par jour fut prélevé. Chaque échantillon a été recueilli au hasard sur le pont parmi les poissons ayant subit les opérations habituelles d'éviscération, d'élimination des branchies et de lavage. Autant que possible, les morues provenaient des traits de chalut déversés sur le pont vers l'heure du midi. La manipulation subséquente des échantillons dépendait du type d'entreposage étudié.

Le glaçage des échantillons a été fait en alternant les couches de glace et de poisson, le fond du contennant ou du compartiment étant toujours couvert de glace. Selon Soudan (1965) et plusieurs autres auteurs (FAO, 1975; MacCullum, 1960; et Zaitsev, 1962) le poids de glace qui devrait être utilisé se situe entre le quart et la moitié de celui des captures. Un poids de glace supérieur à celui des prises (rapport 1:1) n'améliorerait pas assez la conservation du poisson pour justifier la dépense. Pour l'entreposage en bacs, il a fallu veiller à ce que le rapport glace/poisson ne soit jamais inférieur à 1:2. Quant à l'entreposage en vrac, la proportion de glace était la même que celle utilisée habituellement par l'équipage en cette période de l'année (1:4).

3.1 Entreposage en bacs

Pour l'entreposage en bacs, les contenants utilisés étaient composés d'un alliage de matières plastiques, munis de couvercles et d'un fond perforé de façon à permettre l'écoulement de l'eau de fusion de glace. Les bacs avaient une capacité de 52 L.

Un minimum de 20 morues furent pesées sur le pont et déposées dans chaque bac à raison de trois bacs par jour de pêche. Ceux-ci étaient ensuite descendus dans la cale, glacés avec un poids connu et convenable de glace propre, puis entreposés dans un compartiment. Au débarquement, les bacs furent hissés sur le quai à l'aide de la grue habituellement utilisée à cette fin. Lors du premier voyage, la pesée des bacs avec glace et poissons s'est faite immédiatement sur le quai, tandis qu'au deuxième, elle s'est déroulée à l'usine environ 15 minutes après le débarquement. Le poids de la glace fondue au cours de l'entreposage en mer a été calculé en soustrayant le poids total du bac au débarquement de celui du bac lors de la mise en cale.

3.2 Entreposage en vrac

Dans le cas de l'entreposage en vrac, un lot de morue fut recueilli au hasard et pesé sur le pont puis descendu dans la cale à l'aide de bacs à raison d'un compartiment par jour de pêche. Le poisson a été entreposé en vrac en couches alternatives avec la glace étendue par un membre d'équipage au moyen d'une pelle. Le poids moyen approximatif d'une pelletée de glace ayant été

établi auparavant, le compte du nombre de pelletée a donné une evaluation du poids de la glace utilisée dans chaque compartiment.

Au débarquement les échantillons (trois échantillons par jour de pêche) étaient composés de 20 morues prélevées au hasard dans un compartiment préalablement choisi pour chaque jour de pêche. Ils furent glacés dans des bacs avec une quantité adéquate de glace (Rapport 1:2). Les bacs ont alors été hissés sur le quai et transportés à l'usine. Dans la cale, l'équipage a vidé les compartiments de toute la morue et la glace restante fut récupérée et pesée.

3.3 Prise de données supplémentaires

Plusieurs données supplémentaires ont été prises tous les jours sur le pont et dans la cale au cours de chacun des voyages de pêche. Elles concernent:

Sur le pont:

- la durée de manutention des échantillons entre la vidange du chalut sur le pont et la mise en cale du poisson;

- la température à l'ombre, l'ensoleillement et la force du vent au moment de l'échantillonnage;

- les notes sur l'état du poisson provenant du trait de chalut échantillonné et sur sa manutention sur le pont: condition de la morue à l'arrivée, éviscération, lavage, etc.

Dans la cale:

- la température de l'air ambiant vers 12:00 hrs;

- la température de la chair de poissons pris dans chacun des échantillons et lots entreposés (un thermomètre était inséré dans la chair du flanc du poisson à environ 1 cm sous la peau);

- la quantité journalière de poissons entreposés.

Quant au système de réfrigération, le temps de fonctionnement était lu à partir d'un compteur installé sur le moteur, alors que la consommation de carburant était prise sur un autre compteur fixé sur le tuyau d'amenée du carburant au moteur. Cette consommation a été mesurée pour le troisième voyage seulement et appliquée à la durée de fonctionnement du premier voyage.

4. Évaluation de la qualité du poisson

4.1 Évaluation organoleptique

L'évaluation de la qualité du poisson au débarquement a été basée uniquement sur l'examen organoleptique des échantillons. Les caractères observés ont été sélectionnés à partir des méthodes d'inspection déjà mises au point en Europe (F. Soudan et al, 1957; J. Gousset et al, 1971) et au Canada d'après les critères actuels des services d'inspection gouvernementaux (Canada, 1979, non publié, 1981; Québec, 1981). Toutefois, seulement les caractères suivants ont été conservés: la peau, (mucus et pigmentation), les yeux (teinte et courbure), la texture de la chair et l'adhérence du péritoine. En effet, puisque la morue était éviscérée à bord et que rien ne devait d'aucune façon altérer la chair de nos échantillons, seuls les six caractères en question furent considérés. Pour chacun d'eux, une cote variant de 1 (frais) à 4 (altéré) était attribuée à chaque individu. La description des caractères organoleptiques utilisés est présentée au Tableau 3.

4.2 Inspection

Chaque poisson subissait l'inspection de deux observateurs expérimentés, toujours les mêmes, pour toutes les croisières à l'exception du troisière voyage alors qu'un seul était disponible. L'inspection a été réalisée de façon indépendante entre les deux participants qui n'ont jamais échangé de réflexions sur la méthode de travail, même entre les voyages de façon à éviter qu'une distorsion dans l'évaluation des caractères ne survienne en cours

Tableau 3: Évaluation organoleptique de l'état de fraîcheur de la morue

Examen / Objet	Caractères observés	Indice de qualité et description des caractères				
		No	1	2	3	4
Peau	Mucus (limon)	1	Transparent	Légèrement translucide	Translucide laiteux	Opaque jaunâtre
	Pigmentation	2	Vive, brillante avec reflets métalliques, irisée	Perdant son éclat	Absence de reflets métalliques	Terne grisâtre
Oeil	Teinte	3	Pupille noire, brillante et transparente	Pupille plus terne	Pupille tournant au blanc	Blanc mat
	Courbure	4	Convexe (bombé)	Nulle (plat)	Légèrement concave au centre	Très concave (creux)
Chair	Consistance	5	Ferme et élastique	Élasticité diminuée, souple	Légèrement molle	Flasque
Péritoine	Adhérence	6	Totale	Partielle	Détériorée	Nulle

Adapté du B.N.Q., Québec

d'expérience. L'inspection s'est toujours déroulée dans les deux ou trois heures suivant le débarquement. Les échantillons en attente furent conservés à l'abri dans des bacs avec suffisamment de glace.

4.3 Indice de qualité du poisson

La première étape consiste à calculer pour un échantillon donné la cote moyenne (arithmétique obtenue pour chacun des critères. On obtient ainsi un ensemble des valeurs pouvant varier de 1 à 4. On compare ensuite cet ensemble avec celui d'un échantillon de qualité parfaite (moyenne de 1,0 pour chacun des critères) à l'aide du coefficient de similarité de Gower (Legendre, 1979). L'indice de qualité est représenté par ce coefficient obtenu par la formule suivante:

$$\left(S = \frac{\sum_{i=1}^{6} 1 - \frac{C_i - 1}{3}}{6} \right)$$

où, S: indice de qualité (coefficient de similarité de Gower)

C_i: cote moyenne de l'échantillon pour le ième caractère

L'indice varie de 0 pour un poisson de qualité minimale à 1,0 pour un individu dont la qualité est maximale.

RÉSULTATS

1. Indice de qualité

La Figure 1 présente la courbe de régression entre les indices de qualité attribués par chaque observateur à chacun des lots échantillonnés au cours des premier, deuxième et quatrième voyages, ainsi que la courbe idéale dans le cas d'une cotation similaire des deux observateurs. Il est possible d'y voir clairement qu'un des deux donne généralement une meilleure cote d'altération du poisson. Toutefois, selon le parallélisme des courbes, la divergence notable entre les observateurs semble constante. Remarquons également que pour des poissons dont l'indice de qualité est inférieure à 0,85, la divergence entre les observateurs varie beaucoup d'un échantillon à l'autre. Autrement dit, les observateurs s'accordent davantage sur la cotation d'un poisson de bonne qualité que sur celui de mauvaise qualité. Afin d'éviter une distorsion possible et non pondérable dans l'évaluation de la qualité, il fut retenu pour les calculs subséquents un indice de qualité moyen (combiné) des deux observateurs. Pour établir cet indice lors du troisième voyage où un seul inspecteur était présent, l'équation suivante a été employée:

$$Sc = \frac{X + b_o = b_1 x}{2}$$

où, S_c: indice de qualité combiné
X: indice de qualité du seul observateur
b_o= 0,011 et b_1- 0,955 sont des constantes de régression entre Les indices donnés par chacun des observateurs (R= 0,935).

Les indices de qualité ainsi obtenus pour chaque échantillon sont présentés à l'Annexe 2.

2. Effets des différentes conditions d'entreposage sur la qualité du poisson

Une analyse de variance pour mettre en évidence les effets des conditions d'entreposage sur la qualité fut effectuée. Les trois sources de variabilité étudiées sont les suivantes:

A - méthode de refroidissement

B - temps d'entreposage en cale

C - méthode d'entreposage en cale

Cette partie de l'étude a été fondée sur l'application d'un plan factoriel complètement aléatoire a effets fixes sur les données du Tableau 4. Elle a cependant délaissé les données obtenues le quatrième jour en cale lors des premier, deuxième et troisième voyages. Le Tableau 5 présente les résultats de cette analyse. Ainsi, selon cette dernière, la méthode et le temps d'entreposage de même que leur interaction avec le type de système de refroidissement affecte de manière significative la qualité du poisson.

Pour clarifier l'interaction entre la méthode de refroidissement et la méthode d'entreposage l'analyse de variance des effets principaux simples (Laforge, 1976) a été utilisée. Elle permet de reconnaître les différences notables qui existent d'un niveau de traitement à un autre. Les résultats consignés au Tableau 6 invitent à conclure qu'il n'y a pas de différence de qualité entre le bac et le vrac lorsque les cales isolées ne sont pas réfrigérées, mais qu'un écart qualitatif apparaît dans le cas des cales

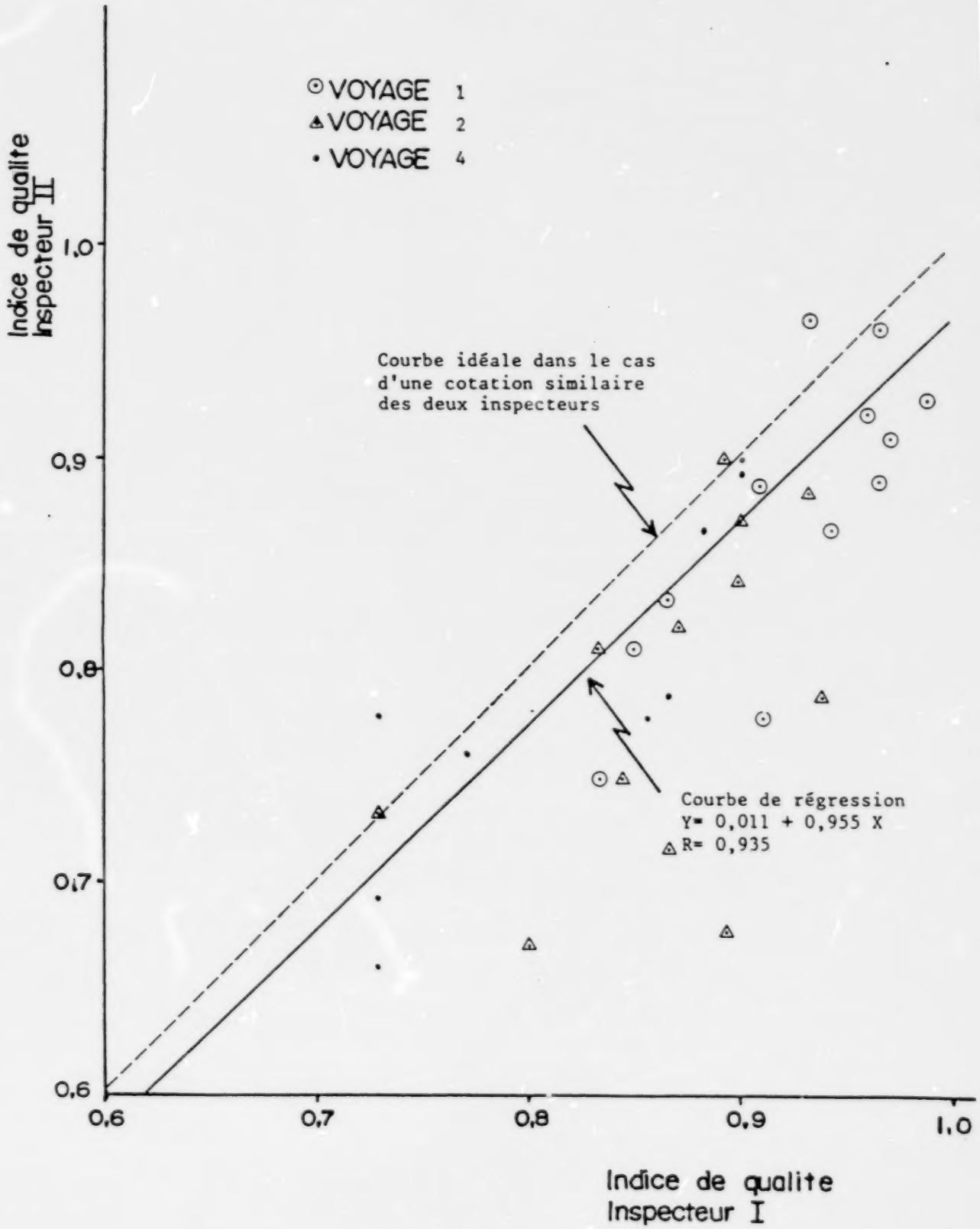


Figure 1: Courbe de régression entre les indices de qualité attribués par chaque observateur à chacun des lots échantillonnés au cours des

Tableau 4: Valeur des indices de qualité combinés en fonction des méthodes de refroidissement et de stockage en cale, et du temps de stockage

Bac			Vrac		
Voyage 1 Nombre de jours en cale			Voyage 3 Nombre de jours en cale		
1	2	3	1	2	3
0,944	0,928	0,911	0,743	0,680	0,781
0,944	0,961	0,900	0,743	0,711	0,669
0,956	0,961	0,850	0,743	0,653	0,775
Voyage 2 Nombre de jours en cale			Voyage 4 Nombre de jours en cale		
1	2	3	1	2	3
0,906	0,861	0,822	0,906	0,739	0,711
0,889	0,882	0,717	0,861	0,767	0,694
0,900	0,844	0,800	0,900	0,817	0,806

Tableau 5: Résumé de l'analyse de variance en fonction de la méthode de refroidissement, le temps de stockage et la méthode de stockage (**: P < 0,01; ***: P < 0,001).

Source de variation		Degré de liberté	Moyenne des carrés
Méthode de refroidissement (A)		1	0,00001
Temps de stockage (B)		2	0,02082 **
Méthode de stockage (C)		1	0,14528 ***
Interactions	A x B	2	0,008435
	A x C	1	0,05817 ***
	B x C	2	0,00609
	A x B x C	2	0,00196
Intra		12	0,00260

Tableau 6: Résumé de l'analyse de variance des effets principaux simples pour l'interaction entre la méthode de refroidissement et la méthode de stockage: (*: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$).

Source de variation	Degré de liberté	Moyenne des carrés
Méthode de refroidissement	1	0,0001
en bac	1	0,02993 *
en vrac	1	0,02824 *
Méthode de stockage	1	0,14528 ***
en cale réfrigérée	1	0,19365 **
en cale non réfrigérée	1	0,0098
Intra	12	0,00260

Tableau 7: Test LSD pour le temps de stockage en cale. Les jours encerclés en commun ne sont pas significativement différents (P = 0,05).

Voyage	Conditions de stockage	Indice de qualité combiné Nombre de jours en cale			
		1	2	3	4
1	Bac Cale réfrigérée	0,948	0,950	0,887	0,826
2	Bac Cale non-réfrigérée	0,898	0,862	0,780	0,778
3	Vrac Cale réfrigérée	0,740	0,681	0,742	0,743
4	Vrac Cale non-réfrigérée	0,889	0,774	0,737	-

réfrigérées. Il y aurait des variations entre la qualité du poisson réfrigéré et non-réfrigéré en fonction de la méthode d'entreposage. En fait, la cale réfrigérée conserverait mieux la condition initiale du poisson lorsque celui-ci est gardé en bac.

Cette recherche s'est ensuite poursuivie en utilisant un test LSD (Snedecor et Cochran, 1974) pour analyser l'évolution de la détérioration du poisson en fonction du nombre de jours passés en cale. Les résultats affichés au Tableau 7 montrent des différences importantes entre les échantillons selon la durée de leur entreposage en cale pour le premier, le deuxième et le quatrième voyage.

Les trois analyses indépendantes décrites ci-dessus semblent contradictoires à propos de l'impact des différentes méthodes de refroidissement et d'entreposage sur la qualité du poisson. Ces résultats sont attribuables à des facteurs incontrôlables au cours de l'étude. Le premier est la condition du poisson à sa sortie du chalut. En effet, la qualité de la morue à la capture était relativement homogène, sauf pour celle prise le premier, le deuxième jour du quatrième voyage où la morue était petite et molle. Rien n'autorise à conclure qu'il existe des disparités significatives de qualité en fonction du temps d'entreposage pour le quatrième voyage (Tabl. 7) et entre les échantillons en vrac selon la méthode de refroidissement (Tabl. 5 et 6). Un second facteur difficilement saisissable porte sur la pauvre qualité du poisson débarqué après le troisième voyage (Tabl. 4). On peut être enclin à croire que cette mauvaise qualité n'est pas imputable à l'entreposage en vrac ni à la réfrigération comme tels puisqu'il n'y a pas de différence évidente

entre les échantillons entreposés quatre jours et ceux ayant passé seulement une journée en cale lors de ce voyage. L'insignifiance du niveau A dans l'analyse de variance du Tableau 5 est essentiellement liée à la qualité anormalement basse des échantillons du troisième voyage. D'une part, en ne considérant que les spécimens homogènes, soit ceux entreposés en bacs, la différence entre la réfrigération et la non-réfrigération des cales devient très révélatrice à partir du deuxième jour (Tabl. 7). D'autre part, en regard des remarques précédentes, il ressort que l'expérience ne permet malheureusement pas de comparer adéquatement l'entreposage en bacs avec celui en vrac.

3. Effet de la réfrigération de la cale sur la consommation de glace

3.1 Analyse des principaux facteurs responsables de la consommation de la glace

Sur un chalutier, la consommtion de glace débute dès l'embarquement de la glace au quai et elle se maintient durant tout le voyage de pêche en variant plus ou moins suivant les différentes conditions à bord. La quantité de glace requise au départ est assujettie aux équations théoriques suivantes qui reflètent les modifications des conditions d'entreposage dans la cale au cours du voyage de pêche:

$$Gr = P + F + I$$

$$Gn = C + P + I + E$$

où, Gr= minimum requis de glace dans une cale réfrigérée

Gn= minimum requis de glace dans une cale non-réfrigérée

C = quantité de glace dont la fonte est requise pour abaisser la température de la cale et des instruments avant le début de l'entreposage jusqu'à un minimum possible de 4°C. en utilisant de la glace seule et jusqu'à 0°C. avec un système glace et réfrigération (MacCallum, 1960).

P = quantité de glace dont la fonte est requise pour réfrigérer le poisson. Selon MacCallum, 1 kg de glace peut théoriquement abaisser la température de 7 kg de poisson de 12,8°C. à 0° C. P est indépendant de l'utilisation ou non d'un système de réfrigération.

F = quantité de glace dont la fonte est requise pour conserver le poisson humide après l'abaissement initial de la température du poisson .

I = quantité de glace qui ne fond pas mais qui est requise pour isoler le poisson des parois afin d'éviter une contamination bactérienne. I est indépendant de l'utilisation ou non d'un système de réfrigération.

E = quantité de glace dont la fonte est requise pour compenser les échanges de chaleur entre le système glace/poisson et

l'extérieur. Dans E, est incluse la quantité de glace nécessaire pour conserver le poisson humide.

Cette étude a tenté d'analyser l'effet de la réfrigération sur la conservation de glace afin de vérifier si les cales réfrigérées étaient plus économiques à ce chapitre. Pour ce faire, il a fallu calculer le rapport d'utilisation de glace pour chacun des échantillons en utilisant l'équation suivante:

$$U = \frac{W_G}{\overline{WP}}$$

où, U = rapport d'utilisation de glace.

W_G = poids de la glace qui a fondu dans l'échantillon pendant l'entreposage.

W_p = poids du poisson dans l'échantillon.

Le rapport d'utilisation de la glace ainsi défini a été compilé (Tabl. 8) avec certains paramètres qui lui sont reliés, soit: la température du poisson lors de la mise en cale (influence sur P), la température de la cale qui dépend essentiellement de l'utilisation ou non d'un système de réfrigération, la quantité journalière de poisson embarquée qui est responsable d'une

Tableau 8: Consommation de glace, température du poisson en cale, température de la cale et quantité totale de poisson entreposée à chaque jour pour chacun des voyages.

Voyage	Durée d'entreposage (jours)	Rapport de fonte de la glace (moyenne de 3 échantillons) kg de glace/kg poisson	Température (°C) du poisson en cale (moyenne de 3 échantillons)				Température (°C) de la cale à l'entreposage	Température (°C) moyenne de la cale durant l'entreposage	Quantité totale (t) de poisson entreposée le même jour
			À l'entreposage	Après 1 jour	Après 2 jours	Après 3 jours			
1 Bacs réfrigérés	4	0,05	6,1	0,1	-0,6	-0,6	8,3	1,6	11,3
	3	0,19	7,3	0,7	-0,7	—	-1,1	-0,6	12,5
	2	0,17	7,1	-0,3	—	—	-0,6	-0,4	11,3
	1	0,16	7,4	—	—	—	-0,2	-0,2	4,5
2 Bacs non-réfrigérés	4	0,31	7,5	4,3	4,3	4,3	8,3	8,8	9,0
	3	0,23	9,3	4,3	4,5	—	10,0	9,0	7,7
	2	0,08	7,8	4,5	—	—	9,0	8,5	5,9
	1	0,05	8,3	—	—	—	8,0	8,0	4,5
		Pour un compartiment							
3 Vrac réfrigéré	4	0,04	7,3	1,7	0,2	0,0	4,6	2,5	7,7
	3	0,07	3,7	0,7	0,3	—	4,4	1,8	7,0
	2	0,09	3,7	0,0	—	—	3,0	0,5	3,4
	1	0,02	6,3	—	—	—	-2,0	-2,0	1,4
4 Vrac non-réfrigéré	3	0,07	4,0	1,0	1,2	—	8,3	8,5	5,9
	2	0,05	3,7	1,3	—	—	10,0	8,6	4,5
	1	0,04	4,0	—	—	—	7,2	7,2	5,5

grande partie des entrées de chaleur dans la cale (influence sur E) et la durée de l'entreposage (influence sur E et F).

Entreposage en bacs

Pour l'entreposage en bac, la consommation de glace du premier voyage (réfrigéré) a été inférieure à celle du deuxième (non-réfrigéré). Pendant le premier, la consommation a pratiquement cessé après le premier jour en cale puisque la consommation après 4 jours en cale n'est pas supérieure à celle de bacs ayant passé seulement un jour en cale. Dans le deuxième voyage, la fonte de la glace s'est poursuivie jusqu'au débarquement.

La température de la cale apparaît comme le principal facteur ayant limité la fonte de la glace lors du premier voyage. Elle s'est presque toujours maintenue en bas de 0°C., tandis qu'au deuxième voyage, elle se situait au-dessus de 8,0°C. Le rôle du système de réfrigération sur l'économie de glace paraît ici évident puisque les entrées de chaleur provoquées essentiellement, dans une cale bien isolée, par l'entreposage journalier des captures semblent avoir été compensées lors du premier voyage par le système de réfrigération (E=0). Ce phénomène est d'autant plus vrai que, pendant le premier voyage, les entreposages de poissons ont été 1,5 fois plus importants que lors du deuxième voyage.

Mentionnons également que pendant le deuxième voyage, le système glace/poisson est en équilibre à 4,4° C., tandis que, lors du premier, l'équilibre s'est créé à une température beaucoup plus basse (0°C). Cette consta-

tation rejoint Reay (1951) et MacCallum (1949) qui ont montré que la température minimale atteinte par le poisson dans une cale non-réfrigérée peut-être nettement supérieure à 0°C., malgré une apparente abondance de glace.

Entreposage en vrac

Pour l'entreposage en vrac, la consommation de glace durant les troisième et quatrième voyages n'a pas été notablement différente l'une de l'autre. Il semble que malgré leur réfrigération, les échantillons du troisième voyage n'aient pas été maintenus dans la cale à une température tellement différente de celle du quatrième. Ceci pourrait s'expliquer par l'utilisation restreinte du système de réfrigération (45 min./jour lors du premier voyage). De plus, la température du poisson, avec ou sans système de réfrigération, s'est maintenue autour des mêmes valeurs. En conséquence, les quantités de glace utilisées pour les fonctions E et F sont, dans ce cas particulier, comparables.

Entreposage en bacs vs entreposage en vrac

La consommation de glace lors de l'entreposage en bacs a été plus importante que celle en vrac. Le premier voyage s'est soldé par une consommation 2,6 fois plus élevée que le troisième, alors qu'au deuxième, elle a été 2,3 fois plus élevée que le quatrième.

Cette situation dépend de la surface d'échange existant entre la masse glace/poisson et l'air ambiant qui est beaucoup plus grande dans le cas de

l'entreposage en bacs. En effet, pour une même quantité de poisson, l'entreposage en vrac ne formera qu'une unité entièrement entourée de glace dans un compartiment tandis que plusieurs contenants seront nécessaires dans le cas de l'usage des bacs. Cette explication s'appuie sur le fait que la température du poisson pendant l'entreposage au cours du quatrième voyage s'est maintenue plus basse que celle du deuxième voyage, bien que la proportion de glace dans les échantillons ait été inférieure au cours du deuxième (22% comparativement à 50%) et que la température de la cale se soit conservée autour de 8,5°C. dans les deux cas.

Notons que la température du poisson lors de la mise en cale était plus basse dans le cas de l'entreposage en vrac, particulièrement au cours du quatrième voyage. Cette situation a dû contribuer à une consommation moindre de glace pendant l'entreposage en vrac (valeur de P plus faible).

La comparaison entre l'utilisation de la glace lors de l'entreposage soit en bacs ou en vrac doit se limiter à ces constatations, compte tenu du déroulement des deux séries d'expériences: qualité du poisson capturé lors du quatrième voyage de pêche, quantité supérieure de poisson entreposée lors des deux premiers voyages (facteur de réchauffement) et fonctionnement peu adéquat du système de réfrigération pour l'entreposage en vrac.

3.2 Économie de glace

Les résultats de l'étude ne permettent de mettre en évidence l'impact de la réfrigération sur la consommation de glace que pour l'entreposage en bacs.

L'absence apparente d'économie de glace dans les résultats de l'entreposage en vrac ne peut être confirmée en raison des conditions expérimentales particulières des troisième et quatrième voyages. Toutefois, il semble que l'économie de glace réalisée par la réfrigération dans le cas de l'entreposage en vrac devrait être quelque peu inférieure à celle en bacs, principalement à cause de la plus faible surface de contact entre le système poisson/glace et l'air ambiant. L'entreposage en bacs sera donc utilisé pour calculer l'économie de glace résultant du recours à un système de réfrigération.

Pour ce faire, les formules déjà présentées à la partie 3.1 seront mises à contribution:

$$Gr = P + F + I$$

$$Gn = C + P + I + E$$

La quantité de glace consommée nécessaire à l'abaissement de la température de la cale et des instruments entre le début de l'entreposage du poisson et l'embarquement de la glace au quai (C) n'a pas été évaluée lors de la présente étude. Selon MacCallum (1960), la consommation de glace pendant cette période représente environ 0,014 kg de glace par kg de capacité d'entreposage de poisson dans la cale. Théoriquement, le fonctionnement du système de réfrigération avant la mise en cale de la glace permet d'économiser toute cette quantité. Pour ce dernier cas, C est donc égal à 0.

Pour abaisser la température du poisson au moment de l'entreposage (P), une forte quantité de glace est nécessaire et dépend de la température ini-

tiale du poisson. Lorsque le glaçage est adéquat, cette quantité (P) est indépendante de la température de l'air ambiant et le temps nécessaire à ce refroidissement n'excède pas 24 heures (MacCullum, 1960; Castell et al., 1956; Dreosti, 1959). La valeur moyenne de la glace consommée le premier jour d'entreposage dans les cales réfrigérées et non-réfrigérées sera conservée afin d'obtenir une utilisation de 0,11 kg de glace/kg de poisson (P). Cette valeur est voisine de celle de MacCullum (1960), 0,14 kg de glace/kg de poisson. Dans son cas, la température initiale du poisson était de 12,8°C. au lieu du 7,5°C.

La quantité de glace nécessaire au maintien de l'humidité du poisson semble minime dans le cas des cales réfrigérées (F) puisque lors du premier voyage après 24 heures d'entreposage, la fonte de glace n'a pas substantiellement augmenté. En fait, le besoin de glace serait de l'ordre de 0,015 kg de glace par jour par kg de poisson après deux jours en cale. Pour les cales non-réfrigérées, la quantité de glace nécessaire à la compensation des entrées de chaleurs en cale (E) augmente à chaque jour. Elle s'établit pour les quatre premiers jours d'entreposage à 0,077 kg par kg de poisson par jour.

Quant à l'évaluation de la quantité de glace requise pour isoler le poisson des parois (1), elle est la même dans les cales réfrigérées et non réfrigérées. Cette quantité sera donc éliminée des calculs subséquents pour mesurer l'économie de glace.

Un chalutier ayant une capacité réelle de cale de 32 725 kg de poisson et qui effectuerait des voyages de pêche d'une durée inférieure à 5 jours, pourrait économiser 10 603 kg de glace par voyage en utilisant un système de

réfrigération du même type que dans la présente étude, avec un entreposage du poisson en bacs. Cette économie est calculée à partir des quantités de glace nécessaires par voyage pour chacune des fonctions selon la formule suivante:

Économie de glace = Gn - Gr
Gn= C + P + E
Gr= P + F

où, C = 458 kg
P = 3 600 kg
F = 2 454 kg
E = 12 599 kg

Dans les conditions normales de température rencontrées dans les zones de pêche hauturière au Québec, l'utilisation d'un système de réfrigération serait recommandée principalement durant les mois chauds de l'été (juin, juillet et août). Durant cette période, les navires effectuent en moyenne 15 voyages de pêche de 6 (six) jours, une journée étant allouée à la préparation du voyage et au débarquement du poisson à quai. Si 10 603 kg de glace peuvent être économisés à chaque voyage de pêche, l'économie totale à ce chapitre s'établierait à environ 160 000 kg pour les 15 voyages. Le prix de la glace en 1982 étant de 0,02177 $/kg (0,03266 $/kg prévu pour 1983), il pourrait en découler une économie d'environ 3 480,00$ en 1982 (5 225,00$ en 1983) pour 3 mois d'opération. Les coûts d'opération d'un tel système (carburant) s'élèvent à environ 3,75 $ par jour (Tabl. 9) donc 281,25 $ pour la même période. L'économie réelle d'utilisation serait donc de 3 198,75 $ en 1982 (4 943,75$ en 1983, moins inflation sur le prix du carburant entre 1982 et 1983).

Tableau 9: Coût d'opération du système de réfrigération en fonction de la durée d'utilisation et du coût de carburant au cours des premier et troisième voyages. Le prix du carburant est celui à mi-saison de 1982 (0,27 $/L).

Voyage	Temps de fonctionnement (min.) Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Total	Consommation totale carburant (L)	Coût d'opération ($)	Coût journalier d'opération ($/jour)
1	282	420	198	204	1 104	55,33	14,94	3,74
3	72	48	48	6	174	8,73	2,36	0,59

DISCUSSION ET CONCLUSION

La différence obtenue entre les cotes des deux observateurs lors de l'évaluation organoleptique des mêmes échantillons était jusqu'à un certain point prévisible. Bio-Conseil (1982), lors d'une expérience précédente et similaire, avait aussi noté un écart entre les inspecteurs. On peut donc en déduire en raison de la subjectivité des caractères organoleptiques à évaluer, que l'indice de qualité n'est pas complètement indépendant de l'observateur (Soudan et al., 1957). Le fait de combiner la cote des deux observateurs a certainement permis de réduire la distorsion dans leur lecture des données. Toutefois, l'utilisation exceptionnelle d'un seul observateur lors de l'inspection du troisième voyage a pu modifier de façon sensible l'analyse des échantillons et contribuer, en conséquence, à la faible valeur de leur indice de qualité.

La principale difficulté dans cette étude a été de se procurer au départ des spécimens homogènes et par la suite, de les manipuler et de les conserver dans de mêmes conditions tout au cours de l'expérience. Le contraire eut permis d'éviter toute incertitude dans les résultats. Lors du quatrième voyage, le premier et le deuxième jour de pêche a fourni une morue petite et molle (Annexe 4). Selon l'équipage, la zone de pêche expérimentée procure au printemps et à l'automne une morue de mauvaise qualité. Selon Love (1965), la qualité de la morue dépendrait effectivement de l'époque de l'année et de la latitude du fond de pêche. Il observe également à l'instar des constations de cette étude, que ce poisson se détériore beaucoup plus facilement à l'entreposage. En conséquence, à cause de la variabilité de l'état du poisson à la

capture, il n'a pas été possible d'évaluer les effets de la réfrigération sur la qualité du poisson entreposé en vrac. Par contre, la durée de manutention sur le pont et les conditions atmosphériques (Annexe 4) ne semblent pas avoir affecté de façon significative la qualité du poisson. En effet, les températures se sont maintenues relativement basses avec une moyenne de 13,3 C. pour les 15 jours en mer. De plus, pour l'ensemble des sorties, l'ensoleillement a été plutôt faible (nuageux avec éclaicies) et le vent, léger. La durée de manutention sur le pont fut en moyenne de deux heures. Les seules occasions où, selon Castell et al., (1956), les conditions atmosphériques et la durée de manutention auraient pu être néfastes pour la conservation du poisson sont celles survenues lors des deuxième et quatrième jours du premier voyage et lors du premier jour du deuxième voyage. La morue est demeurée ces jours-là 3 heures sur le pont ensoleillé avec des températures de 14,8 C., 10,2 C. et 12 C. Toutefois, l'utilisation de bacs et de glace sur le pont a diminué les risques de dégradation accélérée de la chair et les échantillons n'en ont probablement pas souffert de façon significative.

L'importance du site d'entreposage dans la cale est liée à la proximité du système de réfrigération. En effet, bien que des couloirs de distribution d'air froid soient aménagés dans les parois de la coque, du plafond et des cloisons du bateau, l'uniformisation de la température de la cale n'est pas instantanée. En conséquence, pendant le fonctionnement de l'évaporateur à air forcé, les poissons situés dans les compartiments voisins de l'appareil, comme c'était le cas pour les deuxième, troisième et quatrième jours de pêche du troisième voyage, subissent une baisse de température plus forte pouvant même atteindre le point de congélation de la chair (voir Annexes 1-A, 1-B et 3).

Toutefois, la température du poisson dans ces échantillons, bien que voisine de 0°C., n'indiquent pas qu'il y a eu congélation. Par contre, la courte durée de fonctionnement du système de réfrigération, environ 45 minutes par jour, a pu provoquer de très grandes variations de la température du poisson entre les relevés de température. Ces variations, à de basses températures, sont très néfastes pour la qualité du poisson selon Zaitsev (1962).

Associé à la fluctuation de température, l'écrasement du poisson entreposé en couches trop épaisses peut s'avérer une cause supplémentaire de la mauvaise qualité du troisième voyage. En effet, il ressort d'essais réalisés par Dreosti (1959) que la hauteur entre les étagères ne devraient pas excéder 70 cm et Waterman (1965) recommande des couches de tout au plus 45 cm. Dans le cas du troisième voyage, l'épaisseur des couches approchait 90 cm. De plus, la vitesse de refroidissement diminue quand le poisson est disposé en couches trop épaisses. Ce phénomène provoque une perte de poids du poisson et une altération relativement plus rapide (Dreosti, 1959). Au cours de l'étude, le temps de refroidissement du poisson a été inférieure à 24 heures dans tous les cas, de sorte que la période exacte de refroidissement n'a pas été mesurée. Toutefois, il est évident que l'épaisseur du poisson disposé en bacs n'a pas dépassé 15 cm contrairement à celle du poisson entreposé en vrac et qu'il en a résulté une vitesse de refroidissement plus rapide. Tel qu'observé au débarquement et même si les résultats ne peuvent le démontrer, ceci a pu contribuer au maintien d'une meilleure qualité du poisson entreposé en bac comparativement au vrac comme l'ont déjà démontré Castell et al., (1956).

Quant au glaçage, le poisson entreposé en vrac ne possédait qu'une proportion se situant entre 20% et 24% comparativement à 50% pour l'entreposage en bacs. Toutefois, cette faible proportion de glace ne peut être la cause principale du faible indice de qualité des troisième et quatrième voyages. En effet, MacCullum (1960) assume obtenir de bons résultats par un mélange parfait de glace et de poissons dans la proportion 1:4. De plus, la glace a maintenu la température du poisson plus basse lors du quatrième voyage (vrac non-réfrigéré) que lors du deuxième voyage (bacs, non-réfrigéré).

Un autre élément important qui eut sûrement favorisé une différenciation plus marquée entre les conditions d'entreposage testés aurait été d'avoir une durée d'entreposage d'au moins cinq jours combinée à des températures extérieures plus chaudes. Ce n'est qu'à partir du quatrième jour que l'activité bactérienne devient importante lors d'entreposage à des températures inférieures à 5°C. (Zaitsev, 1962). A des températures plus basses, l'effet est encore moins rapide. Castell et al., (1956) ne perçoivent la contamination du poisson entreposé dans la glace suite à différents traitements qu'après 6 ou 7 jours d'entreposage.

L'économie de glace mesurée ne tient pas compte du fait que le poisson entreposé en cale était de meilleure qualité au débarquement. Cette meilleure qualité est essentiellement attribuable au fait qu'en cale réfrigérée le poisson se maintient à une température de près de 0°C., tandis qu'en cale isolée non-réfrigérée, il se conserve à une température d'environ 4,5°C. Pour une qualité comparable, la consommation de glace dans la cale non-réfrigérée eut été supérieure à ce qui a été mesuré. Toutefois, mentionnons à titre de com-

paraison que la pire qualité de poisson obtenue en cours de l'étude (deuxième jour de pêche lors du troisième voyage) se serait néanmoins classé à un niveau de qualité supérieure selon la méthode d'inspection proposée par le gouvernement du Québec, soit dans la deuxième classe sur une possibilité de 4, cette dernière déterminant le poisson à rejeter (Québec 1981).

L'économie de glace liée à l'utilisation d'un système de réfrigération lors de l'entreposage en bacs n'est pas applicable dans les conditions actuelles de pêche dans le Golfe. En effet, les bacs ne sont pas encore employés sur les chalutiers de pêche hauturiers. Les pêcheurs entreposent encore le poisson en vrac avec une proportion de glace d'environ 22% vers la fin de l'été et en automne. Cette proportion est augmentée durant la saison chaude à tout au plus 33% selon les pêcheurs. Au cours de l'étude, 50% de glace a été utilisée dans les bacs, pourcentage qui était d'ailleurs justifié par l'absence de réfrigération. Toutefois, la nécessité d'une telle proportion dans l'entreposage en vrac n'a pas été démontrée si l'on considère la consommation de glace des troisième et quatrième voyages. Bien que discutables, ces résultats tendent à confirmer ceux de MacCullum (1960) qui affirme que pour l'entreposage en vrac, la proportion de glace requise dans une cale isolée et réfrigérée n'est que de 7% inférieure à celle d'une cale qui n'est qu'isolée, soit 1:3 et 1:2,5 respectivement. En utilisant ces données, l'économie de glace consécutive à l'emploi d'un système de réfrigération pour un chalutier québécois de 20 m dont la cale est isolée et qui effectue 15 voyages de pêche pendant la saison estivale et utilise habituellement 10 800 kg de glace par voyage (1:3) ne s'établirait qu'à 11 300 kg par saison, soit aussi peu que 250,00$. Même en utilisant

13 090 kg de glace par voyage (1:2,5) l'économie de glace ne serait que de 13 745 kg, pour une valeur de 300,00$ en 1982.

L'économie de glace calculée dans la présente étude est basée sur un chalutier ayant une capacité de cale de 32 725 kg de poissons pour un volume de 58,0 mètres cubes et entreposant ses captures en bacs. En réalité, l'utilisation de bacs réduit le volume d'entreposage en cale de 40% d'après Roche et associés (1981) et beaucoup plus d'après les utilisateurs. En conséquence, avec l'implantation éventuelle de l'entreposage en bacs au Québec, un chalutier de 20 m possédant une cale isolée et réfrigérée pourrait économiser environ 1 796,00$ en glace (1982) par saison de pêche (15 voyages) après avoir soustrait les coût d'opération du système de réfrigération. Toutefois, l'emploi de bacs, en cale isolée, réfrigérée ou non, provoque une consommation de glace plus importante que l'entreposage en vrac. Selon l'étude, l'utilisation de bacs à la fin de l'été, en cale isolée et non-réfrigérée, exige une proportion de glace de 1:2,0 pour conserver la qualité du poisson entreposé, tandis que, pour le vrac, cette proportion se tient aux environs de 1:4. C'est pourquoi, dans le cas des bacs, l'utilisation d'un système de réfrigération représente une économie substantielle, puisqu'avec ce dernier, les besoins en glace diminuent à environ 1:5. Cette économie associée à l'amélioration significative de la qualité du poisson pourrait éventuellement justifier l'utilisation d'un système de réfrigération dans les cales des chalutiers québécois. Toutefois, pour améliorer l'efficacité du système, il apparaît essentiel de contrôler son fonctionnement au moyen d'un thermostat installé dans la cale et d'assurer la répartition uniforme de l'air froid dans toute la cale.

BIBLIOGRAPHIE

Bio-Conseil inc., 1982. Évaluation des effets de trois systèmes de débarquement sur la qualité du poisson de fond. Canada, Ministère des approvisionnements et Services et Ministère des Pêches et des Océans, Rapport final, non-publié, 56 p.

Canada, 1981. Proposition de Norme de qualité pour les produits frais et congelés du poisson de fond. Ministère des Pêches et des Océans, Direction de l'Inspection et de la Technologie, Ottawa, non-publié 35 p.

Canada, 1979. Manuel d'inscription pour les inspecteurs du poisson. Ministère des Pêches et des Océans, Direction de l'Inspection et de la Technologie, Ottawa, non-publié.

Castell, C. H., 1957. La détérioration du poisson frais et ses causes. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 100, 35 pp, 1957.

Castell, C.H. et M.F. Greenough, 1956. Spoilage of fish in the vessel at sea: 4- Effect of removal of gills on rate of spoilage. J. Fish. Res. Bd. Canada, 13(3), pp. 291-96, 1956.

Castell, C.H. et M.F. Greenough, 1957. The effect of certain antibiotics on the production of trimethylamine and hydrogen sulphide by bacterial enzymes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 14(5), pp. 771-74, 1957.

Castell, C.H., W.A. MacCallum and H.E. Power, 1956. Spoilage of fish in the vessel at sea: 2- Treatment on the deck and in the hold. J. Fish. Res. Bd. Canada, 13(1), pp. 21-39, 1956.

Castell, H., 1949. Fish, Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St., 1949; 46; 3-6.

Dreosti, G., 1959. Fishing Boats World 2. FAO Meeting Rome, 1959.

Fao, 1975. La glace et les produits de la pêche. Rapport sur les pêches, No. 59, Rev. 1.

Gousset, J., G. Tixerant, M. Roblot, 1971. L'inspection des produits de la pêche. Fraicheur et altération, technique de l'inspection, conseil d'hygiène. Informations techniques des Directions des Services Vétérinaires, Vol. 34, avril #4, pp. 141-191.

Jean, Y., 1967. A comparative study of herring (Clupea harenaus L.) from the Estuary and the Gulf of St. Lawrence. Nat. Can. 94:7-27.

Laforge, H., 1976. Analyse multivariée et plans d'expérience. Les presses de l'Université Laval, Québec, 449 p.

Legendre, L. et P. Legendre, 1979. Écologie numérique. 2- La structure des données écologiques. Edit. Masson et les Presses de l'Université du Québec, Collection d'Écologie, 13, 247 p.

Love, R.M., 1965. The effect of different fishing grounds on the quality of frozen fish. The Technology of fish utilisation, contributions from Research, Ed. by Rudolf Kreuser, chie, Fish process, section, Fish. Div., FAO, Rome, Italy, 102-104

MacCallum, W. A., 1960. La manipulation du poisson et la construction des cales dans les chalutiers de l'Atlantique - Nord Canadien. Fish. Res. Bd. Can. Bull. 103, 61 pp.

MacCallum, W., G. Cook et R. Wilson, 1949. Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Atl. St., 1949; 46; 6-11.

Québec, 1981. Évaluation organoleptique de l'état de fraîcheur des poissons entiers, à l'état cru. Bureau de Normalisation du Québec, Projet, non-publié, 17 p.

Reay, G., 1951. Mod. Refrig., 1951; 54; 376-79

Roche et Associés Ltée, 1981. Étude sur le plan d'amélioration de la qualité du poisson, région du Québec. Canada, Ministère des approvisionnements et Services, Ministère des pêches et Océans, Rapport final, non-publié, 254 p.

Snedecor, G.W. Cochran, 1974. Statistical methods. The Iowa State University Press Ames, Iowa, U.S.A., Sixth ed., 593 p.

Soudan, F., 1965. La conservation par le froid des poissons crustacés et mollusques. Éditions Baillière et Fils, 19 rue Hautefeuille, Paris 514 p.

Soudan, F., A. Daknof, J. Bazin, G. Chapel, G. Daspet, R. Seynave, 1957. Appréciation de l'altération du poisson frais par un examen organoleptique systémetique. Annales de la nutrition et de l'alimentation, Vol. 11, 24 p.

Waterman, J.J., 1965. Manutention du poisson frais à bord et à terre Congrès sur la technologie du poisson, Scheveningen, Sept. 1964, O.C.D.E, Paris, 141-158.

Zaitsev, V.P., 1962. Préservation of fish products by refrigeration. Translated from Russian, 2nd edit. 1 sr. Prog. Sci. Tran., Jerusalem, 1965.

REMERCIEMENTS

Il convient de remercier la capitaine Florent Côté et les membres d'équipage Genest, Denis et Charles-Marie Côté qui ont facilité le travail à bord du chalutier YVAN C. Nous remercions également la Poissonnerie Cloridorme d'avoir mis gracieusement ses installations à notre disposition. Nous désirons exprimer notre reconnaissance pour l'aide qu'ont apporté Martial Guilbault, Glenn Patterson et Jean Lapointe du ministère des Pêches et des Océans (MPO).

Nous remercions tout particulièrement Laurent Cloutier et Jeannot Rioux du MPO pour la classification des échantillons au débarquement, Richard Robitaille également du MPO et Jacques Girard de Bio-Conseil inc. pour l'assistance technique fournie sur le bateau et au débarquement.

Nos remerciements vont tout spécialement à Alain Andersen, Marc Gagnon et Jacques Leclerc de Bio-Conseil inc, dont la participation à la mise au point du système de traitement statistique et à l'analyse des résultats à grandement facilité la réalisation de l'étude. Nous tenons aussi à remercier Robert Andersen pour la réalisation des figures et Paule Bélanger pour le travail de dactylographie.

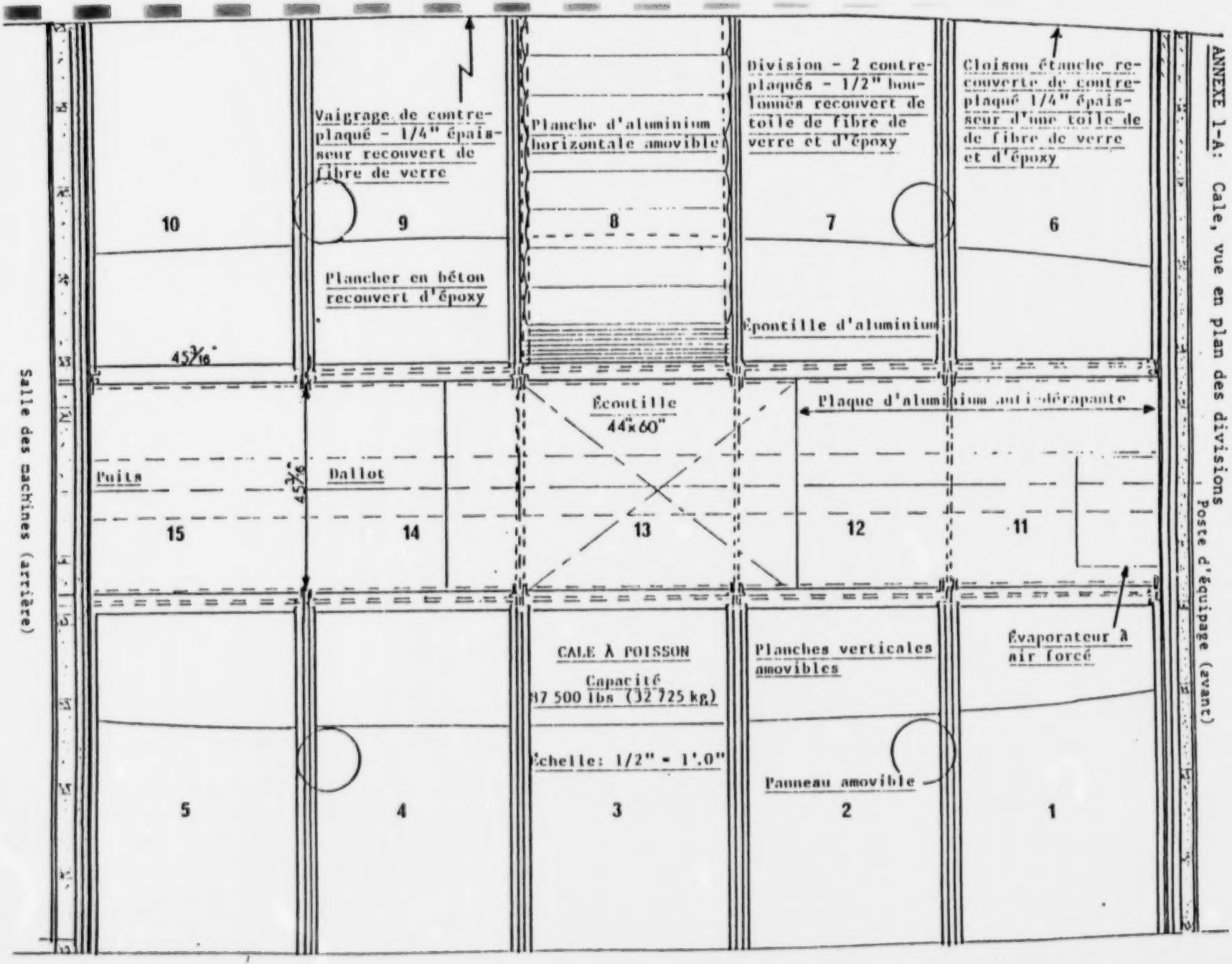
ANNEXE 1 : Plans des divisions et de l'isolation de la cale d'un chalutier de pêche hauturière de 19,8 m (65 pi). Source: la Direction générale des Pêches Maritimes, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.

ANNEXE 1-a: Cale, vue en plan des divisions

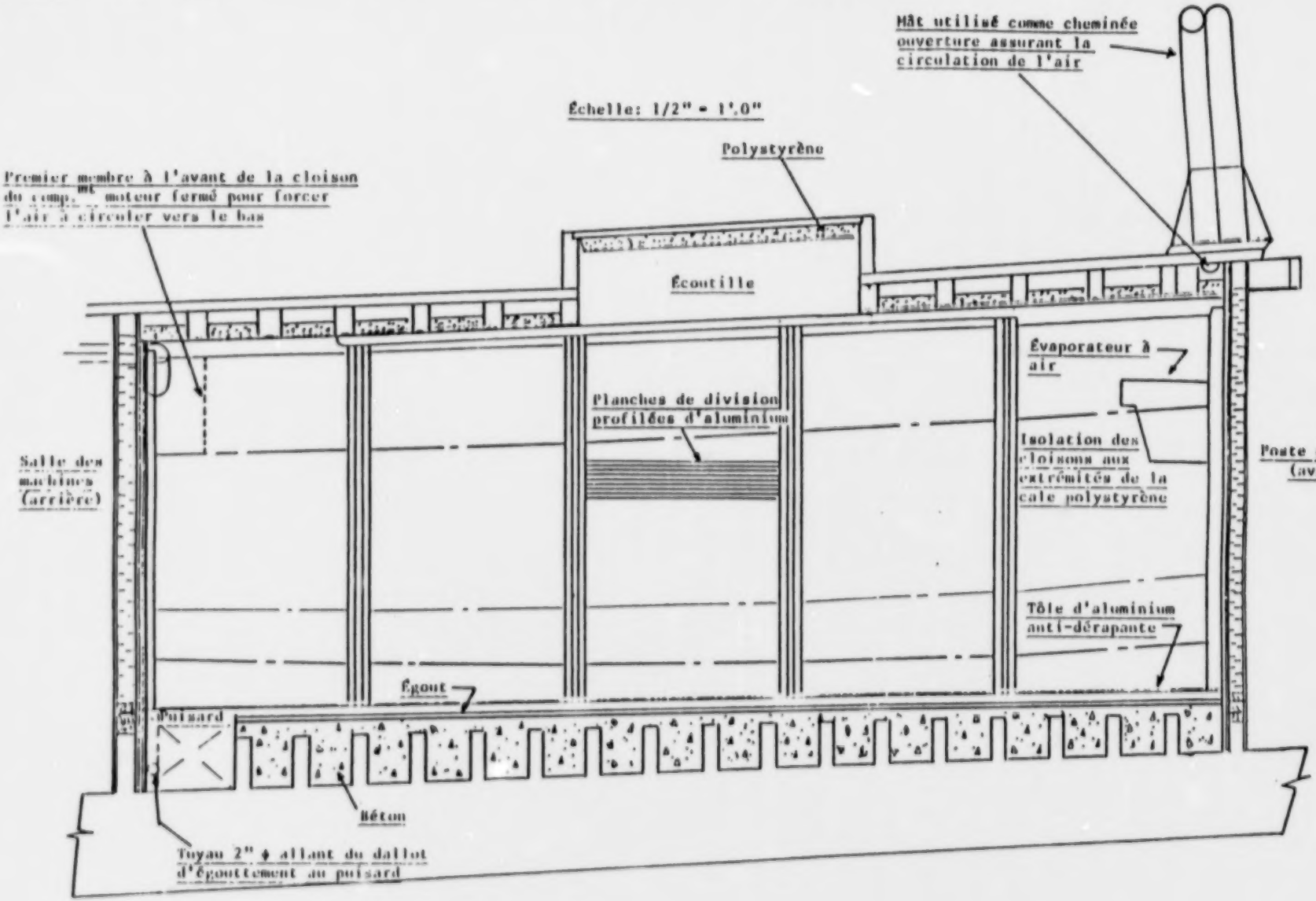
ANNEXE 1-b: Cale, élévation

ANNEXE 1-c: Détail de l'isolation de la coque.

ANNEXE 1-A: Cale, vue en plan des divisions

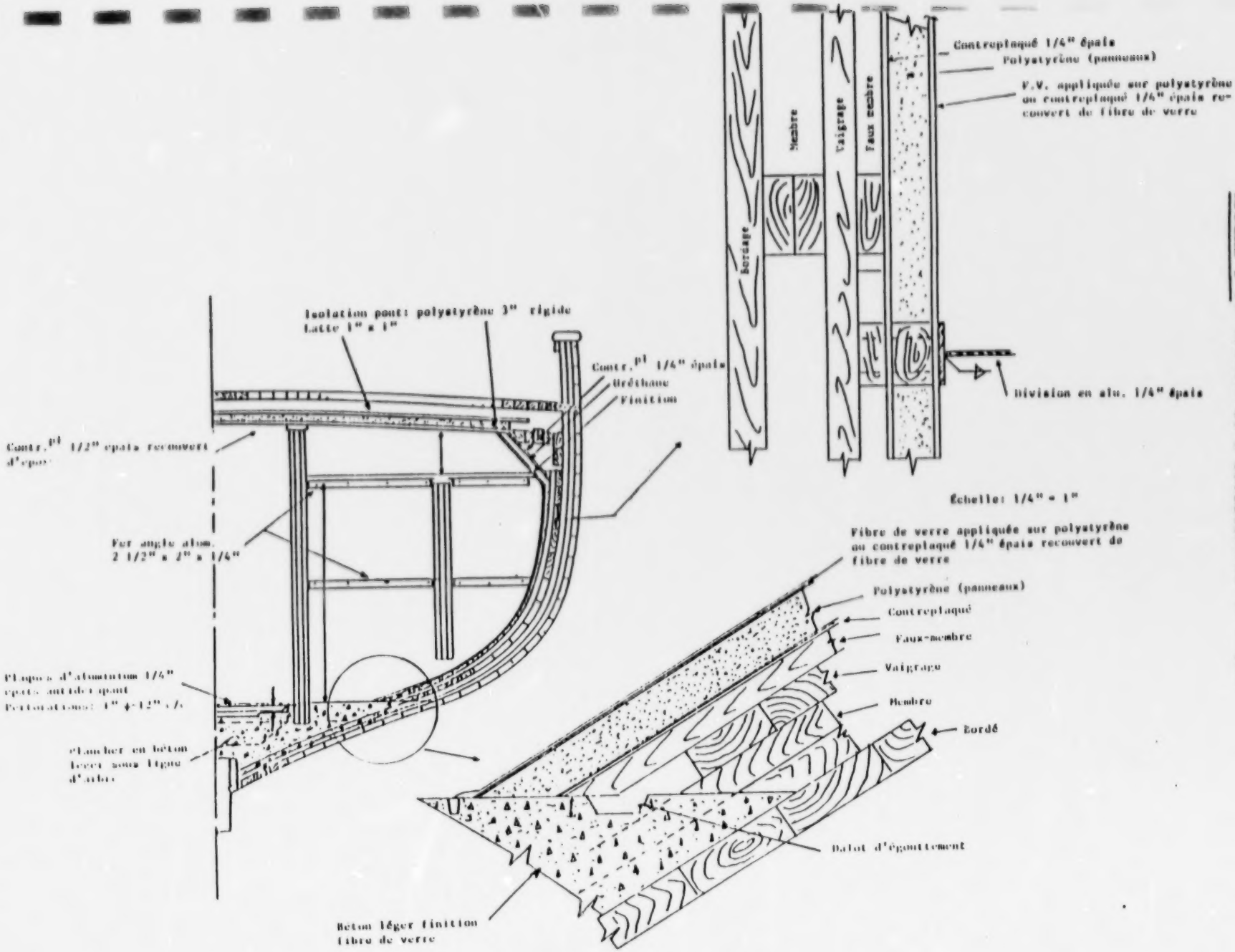


Source: D.G.P.M, M.A.P.A.Q., Québec



Source: D.G.P.M., M.A.P.A.Q., Québec

ANNEXE 1-C: Détail de l'isolation de la coque



Source: D.G.P.M., M.A.P.A.Q., Québec

ANNEXE 2 : Indice de qualité combiné et de chacun des observateurs pour les échantillons de chaque voyage.

ANNEXE 2-a: Premier voyage

ANNEXE 2-b: Deuxième voyage

ANNEXE 2-c: Troisième voyage

ANNEXE 2-d: Quatrième voyage

ANNEXE 2-A: Premier voyage

Nombre de jours passés en cale	Échantillon	Indice de qualité		
		Observateur #1	Observateur #2	Combiné
4	A 11	0,850	0,811	0,833
	A 12	0,833	0,750	0,794
	A 13	0,867	0,833	0,850
3	A 21	0,944	0,867	0,911
	A 22	0,917	0,833	0,900
	A 23	0,917	0,778	0,850
2	A 31	0,967	0,883	0,928
	A 32	0,967	0,961	0,961
	A 33	0,933	0,967	0,961
1	A 41	0,989	0,928	0,956
	A 42	0,961	0,922	0,944
	A 43	0,972	0,911	0,944

ANNEXE 2-B: Deuxième voyage

Nombre de jours passés en cale	Échantillon	Indice de qualité		
		Observateur #1	Observateur #2	Combiné
4	B 11	0,856	0,717	0,783
	B 12	0,800	0,672	0,744
	B 13	0,844	0,750	0,806
3	B 21	0,833	0,811	0,822
	B 22	0,728	0,733	0,717
	B 23	0,894	0,678	0,800
2	B 31	0,872	0,822	0,861
	B 32	0,906	0,844	0,882
	B 33	0,939	0,789	0,844
1	B 41	0,894	0,900	0,906
	B 42	0,906	0,872	0,889
	B 43	0,933	0,883	0,900

ANNEXE 2-C: Troisième voyage

Nombre de jours passés en cale	Échantillon	Indice de qualité		
		Observateur #1	Observateur #2	Combiné (estimé)
4	C 11	0,844	-	0,817
	C 12	0,672	-	0,653
	C 13	0,783	-	0,759
3	C 21	0,806	-	0,781
	C 22	0,689	-	0,669
	C 23	0,800	-	0,775
2	C 31	0,700	-	0,680
	C 32	0,733	-	0,711
	C 33	0,672	-	0,653
1	C 41	0,767	-	0,743
	C 42	0,767	-	0,743
	C 43	0,756	-	0,733

ANNEXE 2-D: Quatrième voyage

Nombre de jours passés en cale	Échantillons	Indice de qualité		
		Observateur #1	Observateur #2	Combiné
3	D 11	0,728	0,694	0,711
	D 12	0,728	0,661	0,694
	D 13	0,867	0,789	0,806
2	D 21	0,728	0,778	0,739
	D 22	0,772	0,761	0,767
	D 23	0,856	0,778	0,817
1	D 31	0,906	0,900	0,906
	D 32	0,883	0,867	0,861
	D 33	0,906	0,894	0,900

ANNEXE 3: Localisation des sites d'entreposage dans la cale pour chacun des lots et température du poisson au dernier jour d'entreposage.

ANNEXE 3: Localisation des sites d'entreposage dans la cale pour chacun des lots et température du poisson au dernier jour d'entreposage.

No. du Voyage	Nombre de jour en cale	Proportion (%) glace/poisson	Indice moyen de qualité	Site d'entreposage no. compartiment	Temps de fonctionnement du système de réfrigération le jour de la mise en cale (min.)	Température (°C) du poisson le dernier jour d'entreposage (moyenne de trois mesures)
1 Bac et réfrigération	4	40%	0,826	3 et 11 à partir du 4e jour	282	-0,6
	3	63%	0,887	4 et 11 à partir du 4e jour	420	-0,7
	2	60%	0,950	8 et 11 à partir du 4e jour	198	-0,3
	1	59%	0,948	11	204	7,4
2 Bac sans réfrigération	4	51%	0,778	3 et 6 à partir du 4e jour	-	4,3
	3	57%	0,780	4 et 6 à partir du 4e jour	-	4,5
	2	58%	0,862	3 et 6 à partir du 4e jour	-	4,5
	1	56%	0,898	6	-	8,7
3 Vrac et réfrigération	4	21%	0,743	4, étagère du bas	72	0,0
	3	21%	0,745	6, compartiment complet	48	0,3
	2	22%	0,681	11, compartiment complet	48	0,0
	1	22%	0,740	12, étagère du bas	6	6,3
4 Vrac sans réfrigération	3	20%	0,737	2, les 4/5 du compartiment	-	1,2
	2	20%	0,774	6, étagère du dessus	-	1,3
	1	24%	0,889	15, étagère du bas	-	4,0

ANNEXE 4: Données générales caractérisant les opérations à bord lors des quatre voyages en mer.

ANNEXE 4: Données générales caractérisant les opérations à bord lors des quatre voyages en mer.

No. du voyage	d'entreposage	Jour de capture	Date de capture	Heure de capture	Durée (min.) de manutention (pont)	*Vent (1 à 4)	*Ensoleillement (1 à 5)	Température sur le pont (°C)	Nombre d'échantillon
1	Bacs et glace	1er	14/08/82	12:45	165	2	1	14,8°C	72
	Cale réfrigérée	2e	15/08/82	12:15	185	1	4	21,5°C	56
		3e	16/08/82	12:25	94	3	4	19,6°C	60
		4e	17/08/82	12:35	180	3	3	19,2°C	60
2	Bacs et glace	1er	21/08/82	13:15	185	2	4	12,6°C	60
	non-réfrigérée	2e	22/08/82	13:15	65	1	4	12,5°C	60
		3e	23/08/82	12:15	50	1	2	10,9°C	60
		4e	24/08/82	15:47	83	2	1	10,5°C	60
3	Vrac et glace	1er	26/08/82	10:30	47	1	4	15,1°C	60
	Cale réfrigérée	2e	27/08/82	12:45	60	2	1	8,9°C	65
		3e	28/08/82	11:52	48	4	3	9,5°C	60
		4e	29/08/82	10:45	131	3	3	13,0°C	59(20)
4	Vrac et glace	1er	31/08/82	11:40	200	1	1	12,2°C	60
	non-réfrigérée	2e	01/09/82	12:30	60	1	2	12,8°C	60
		3e	02/09/82	12:40	85	3	1	6,8°C	58
-	-	15 jours	-	12:26	109	2	3	13,3°C	910(20)

*: Vent: nul (1), léger (2), moyen-15 noeuds (3), fort (4)
Ensoleillement: pluie ou pluvieux (1), nuageux (2), nuageux avec éclaircis (3), soleil et passage nuageux (4), soleil (5)

**: Capture journalière estimée par le capitaine

***: Données provenant de l'usine de Cloridorme

ANNEXE 4: (Suite)

No. du voyage	**Capture (kg) journalière	***Qté (t) de glace embarquée	***Qté (kg) de poissons débarqués		***Qté (kg) de poissons rebuts	Indice de qualité moyen-morue	Remarques sur la condition et la manutention de la morue à bord
1	11 350	10,9	Morue	36 133	5 366	0,826	Morue morte, bonne éviscération
	12 485		Sébaste	911	(13,8%)	0,887	Morue vivante, recouverte d'une toile
	11 350		Plie	1 794		0,950	Morue vivante, petite capture
	4 540		Total	38 838		0,948	
2	9 080	5,5	Morue	22 596	481	0,778	Morue vivante, glace granuleuse
	7 718		Sébaste	873	(1,9%)	0,780	Petite capture
	5 902		Plie	1 562		0,862	Morue vivante, petite capture
	4 540		Total	25 031		0,892	Condition météo, identique à 12:00 hr
3	7 718	5,5	Morue	14 269	159	0,743	Morue vivante et dure
	7 037		Sébaste	5 530	(0,7%)	0,745	
	3 405		Plie	1 822		0,681	
	1 362		Total	21 621		0,740	Réparation du chalut
4	5 902	5,5	Morue	15 624		0,737	Morue petite et molle, réparation
	4 540		Plie	423		0,774	Morue petite et molle, vivante
	5 448		Total	16 047		0,889	Morue belle, vivante
-				101 537	6 006		